

Minor, the Middle East, North and West Africa, and has been introduced to North and South America. In the former USSR, it is widespread in the forest-steppe and steppe zone of the European part of the Russian Federation (middle strip and south) to the Volga, in the Caucasus, Transcaucasia, Ukraine, Belarus. In Kazakhstan, the glass box was previously indicated only for the north and north-west of the country. According to the latest data, it is often observed in the south and south-east of the country. It should be noted that the study of the apple glassworm in the south-east of Kazakhstan should be continued as a dangerous multi-eating pest of fruit trees, capable of giving outbreaks of mass reproduction and settling in new habitats. In this regard, the study of apple glass is relevant in the field of horticulture.

Key words: apple glass, biology, distribution, phenology, harmfulness, protection.

FTAMP 68.05.29

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2023/12>

Н. Сейткали^{1}, А.Х. Наушабаев¹, Т.К. Василина¹, З. А. Зәріп¹, Н.А.Икимбаев²*

¹ Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, Nurzikhan.seitkali@kaznaru.edu.kz*, askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz, v_tursunai@mail.ru, Zakir0802@mail.ru

² Амиран шаруа қожалығы, Алматы облысы, Қазақстан, Ikymbaev.nurbek@mail.ru

ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ ЕТЕГІНДЕ АРАЛАС СОДАЛЫ СОРТАҢДАНҒАН КЕБІРДІҢ ИОНДЫҚ ҚҰРАМЫНА ҚЫШҚЫЛДАУДЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Мақалада Іле Алатауы тау етегі жазықтығының ашық сұр топырақтар аймағында дақ түрінде қалыптасқан ауырқұмбалшықты содалы-сортаңданған кебірлерде фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылының баламалы дозаларымен қышқылдаудың салыстырмалы мелиорациялық тиімділігін анықтау мақсатында жүргізілген далалық сынақтардың деректері берілген. Аталған мелиоранттарды тоғыз айлық инкубация мен екінші реттік тұздарды сумен шайю жұмыстарын жүргізуден кейін топырақтың су сүзіндісінің иондық құрамында HCO_3^- пен CO_3^{2-} иондарының концентрациясы азайған, нәтижесінде содалы сортаңданған топырақтың өте күшті сілтілі ортасы (рН ~ 9,0-10,0) бейтараптыға жақындаған (рН 7,4-7,9). Сонымен бірге топырақтың 0-20см қабатында сіңірілген натрийдің үлесі мелиоранттардың 9 ай инкубациядан кейін кебірленбеген дәрежеге жетіп, өсімдіктерге біршама қолайлы жағдай жасаған.

Зерттеу нәтижелері фосфогипс берілген нұсқада 0-20, 20-40 және 40-60см тереңдіктерде топырақ ерітіндісіндегі HCO_3^- ионының концентрациясы сәйкесінше 3,80-нен 0,82-ге, 2,76-дан 1,89-ға, 2,48-ден 2,35 мг-экв-ке дейін азайғандығын көрсетті. Ал күкірт пен күкірт қышқылы берілген нұсқаларда бикарбонат ионының төмендеуі тек жоғарғы 0-20см қабатта ғана байқалған (1,48-ден 0,69-ға, 1,36-дан 1,29мг-экв-ке). Осыдан топырақ ерітіндісіндегі HCO_3^- ионының өсімдіктерге зиянсыз концентрациясы ($\leq 0,8$ мг-экв) негізін ең жоғарғы (0-20см) қабатта қалыптасқан.

Кілт сөздер: содалы сортаңдану, кебірлену, күкірт қышқылы, фосфогипс және элементарлы күкірт, қышқылдау

Кіріспе

Қазақстан Республикасының барлық аумағы планетаның ең үлкен ағынсыз бөлігінде орналасқан және өзінің физикалық-географиялық ерекшеліктеріне байланысты бұрынғы КСРО-дағы сортаң топырақтардың 80%-дан астамы шоғырланған. Бұл 111,5 млн. гектардан астам немесе республика аумағының 41% құрайды [1].

Содалы сортаңданған топырақтар тропиктік аймақтардан полярлық аймақтарға дейінгі барлық континенттерде, әсіресе олар Солтүстік жарты шарда жиі кездеседі [5-6]. Бұрынғы КСРО елдеріндегі содалы сортаңданған топырақтардың аумағы 120 млн.га. Олардың ең үлкен алабы Батыс Сібірдегі орманды-дала және дала аймақтарында қалыптасқан. Бұған Қазақстан Республикасының солтүстік шығыс бөлігі де кіреді [2].

Қазақстанның топырақтарында тұздардың жинақталуы бойынша Каспий теңізі бассейнінің сульфатты-хлоридті және хлоридті тұздардың, Арал теңізі бассейнінің хлоридті-сульфатты тұздардың, Карск теңізі бассейнінің хлоридті-сульфатты тұздардың және Балқаш көлі бассейнінің содалы-сульфатты тұздарының жинақталуы бойынша төрт галогехимиялық өңірлері анықталған [3]. Аталған өңірдің әрқайсысы топырақтарының генезисі, құрамы, химиялық қасиеттері және тұздарды тасымалдау заңдылықтары бойынша ерекшеленеді [4]. Балқаш көлінің тұздану өңірі еліміздің оңтүстік және оңтүстік-шығысының Алматы облысын қамтып, соңғысының тау аралық ойпаты мен тау етегі жазықтарының едәуір бөлігін (2,7 млн га немесе 12,2%) сортаң топырақтар алып жатыр, мұнда сәл, орташа, күшті және күшті тұзданған түрлердің үлесі тиісінше 30, 20, 37 және 13%-ды құрайды. Сонымен бірге аталған өңірде содалы сортаңданған топырақтардың едәуір бөлігі (7.1 млн.га) орналасқан [5]. Олардың ауданы, 19 ғасырдың екінші жартысынан бастап байқалып келе жатқан және алдағы ғасырда жалғасатын планетаның және Солтүстік Тянь-Шань тау етегі жазығының беткі ауа қабатының жаһандық жылынуына, дұрыс емес суару мен өңдеу әдістеріне байланысты, тұздану жағынан да, таралу аймағы бойынша да тұрақты өсуде [6, 7].

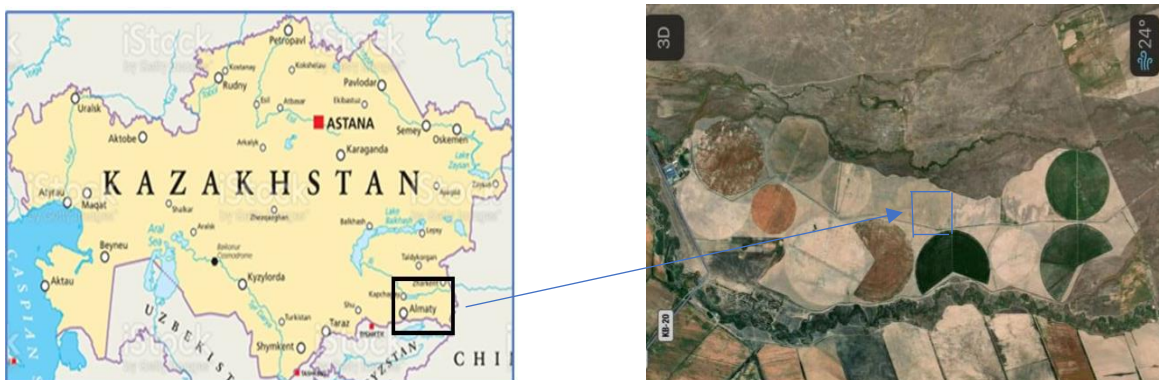
Тұзданған топырақтарда өсімдіктерге топырақ ерітісіндісіндегі Cl^- , SO_4 , HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} иондарының шектен тыс мөлшері зиян келтіріп, олардың қалыпты өсуіне кедергі жасайды. Тіпті олардың кейбіреуінің жоғары концентрациясы некрозды (Cl^-) тудырса, кейбіреулері транспирация үрдісін (Na^+ және Cl^-) және өсімдіктердің Mg^{2+} және K^+ (Ca^{2+} -дан) және Ca^{2+} және Mg^{2+} (Na^+ -дан) қоректенуін тежейді [8]. Кебір топырақтардың кебірленген қабатының қолайсыз су-физикалық қасиеттерінен басқа оның құрамындағы қалыпты карбонат пен бикарбонат иондарының зиянды мөлшері, сіңірілген натрийдің немесе магнийдің көп мөлшерде болуы және топырақ ортасының сілтілігі ($\text{pH} \geq 8.0$) олардың құнарлылығын төмендетеді [9]. Мұнда соданың (Na_2CO_3) зияндылығы натрий сульфатынан 10 есе жоғары екендігін айта кеткен жөн [10]. Бүгінгі күні мұндай топырақтарды жақсарту үшін физикалық мелиорация (терең жырту, жаңа құнарлы қабатты төсеу, құмдау, қабаттардың орнын ауыстыру), химиялық мелиорация (топырақты әр түрлі реагенттермен өңдеу: гипс, кальций хлориді, әктас, күкірт қышқылы, күкірт, темір сульфаты) және электромелиорация (электр тоғымен өңдеу) сияқты көптеген әртүрлі әдістер қолданылады [11-13]. Алайда сілтілі топырақтарға енгізілген гипстің тиімділігі, оның кристалдарының кальций және магний карбонаттары қабықшаларымен қапталуына байланысты, уақыт өте күрт төмендейді [14]. Элементарлы күкірт болса негізінен ауада тотықпайды және суда ерімейді. Оның қоректік элемент ретінде өсімдіктерге және потенциалды тиімділігі жоғары сілтілі топырақтар үшін маңызды экологиялық таза мелиорант болып табылады [15]. Аталған химиялық заттарды қосу арқылы сіңірілген алмаспалы натрийді азайтуға және топырақтың иондық құрамынан натрий тұздарын сумен шайуға негізделген [16]. Топырақта шайу су құбылымын жасау өте маңызды, бұлай болмаған жағдайда ғаныштаумен ығыстырылған натрий қайтадан ерітіндіден ішінара топырақтың сіңіру кешеніне еніп, топырақтың жағымсыз қасиеттерін қайтадан қалпына келтіреді [17].

Сөйтіп біздің зерттелеріміздің мақсаты Іле алатауының етегінде дақ түрінде қалыптасқан аралас содалы сортаңданған кебірдің ерітіндісі құрамындағы иондардың және топырақтың сіңіру кешеніндегі сіңірілген катиондардың құрамы мен мөлшеріне қышқылдаудың салыстырмалы әсерін анықтау болды.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу жұмыстары Алматы облысы Талғар ауданының Нұра ауылдық округінің (N 43°39'7858, E 77°18'2917) «Амиран» ЖШС шаруақожалығында жүргізілді (сурет 1). Зерттелген аумақ шөлді-дала және шөл аймақтарда орналасқан. Ылғалдылық және жылумен

қамтамасыз ету жағдайлары бойынша құрғақ, климаты континенттілік пен құрғақшылықпен сипатталады. Жазы құрғақ және ыстық. Шілденің орташа температурасы 22-25°C, қаңтардағы температура – 9 -12°C аяз. Аязсыз кезеңнің орташа ұзақтығы 154-190 күн. Мұндағы жылдық жауын-шашын мөлшері 250-300 мм, оның үштен екісі жылы мезгілде түседі. Ауаның жылдық орташа температурасы 9,8°C. Ең суық айдың (қаңтар) орташа температурасы -9,2°C, ең ыстықы (шілде) 25,7°C. Абсолютті максимум температура 42°C, минимум -38°C жетеді. Осылайша, тербелістердің абсолютті амплитудалары 80°C-қа жетеді, бұл климаттың шектен тыс континенттілік дәрежесін көрсетеді. Мұндағы тиімді температуралардың қосындылары 3770°C жетеді. Температура 10°-тан жоғары болса, кезеңнің ұзақтығы 155 күн. Алғашқы аяз әдетте қыркүйектің аяғында, ал соңғысы - сәуірдің соңына дейін байқалады. Аязсыз кезеңнің ұзақтығы шамамен 180 күн.



Сурет 1 – Тәжірибе учаскесінің ғарыштан көрінісі

Далалық зерттеулерді жүргізу үшін 2022 жылдың көктемінде шаруашылықтың №8-ші танабында арнайы тәжірибе алаңы таңдалды. Алаңның топырақтары тау етегіндегі солтүстік ашық сұр топырақтар белдеуінің шалғындау сұр топырақтары арасында микробедерде дақ түрінде айқындалған жартылай гидроморфты содалы сортаңданған сортаң-кебірлер. Соңғыларда фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылының салыстырмалы мелиоративтік тиімділігін анықтау үшін жалпыға мәлім әдістермен [18] келесідей схема бойынша төрт қайталымда далалық тәжірибе жүргізілді:

1. Бақылау (мелиорантсыз)
2. Фосфогипс – 11,67т/га
3. Элементарлы күкірт – 4,44 т/га
4. Күкірт қышқылы – 6,65т/га

Мөлдектердің ауданы (3×5м) 15м². Далалық тәжірибе жағдайында фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылын, топырақтың 30см тереңдігіне жерді жыртар алдында енгізіп, содан соң күрекпен тыңғылықты араластырылды. Топырақта натрий карбонаты (сода) мен бикарбонат иондарының болуына байланысты мелиоранттардың мөлшері көбейтілді. Содалы сортаңданған топырақтардың 0,5м қалыңдығына қажетті мелиоранттардың мөлшері Б.М. Агаевтің (1966) формуласы бойынша есептелді [19].

$$Г = 0,086(\text{Na}^+ - 0,1\text{E}) + [(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - 1,0] \times \text{H} \times \text{ПП};$$

мұнда:

- Г – таза гипстің (100% CaSO₄ · 2H₂O) мөлшері;
- Na⁺ – алмаспалы натрийдің мөлшері, мг-экв 100г топырақта;
- Н – мелиорацияланатын қабат қалыңдығы, см
- ПП – топырақ тығыздығы, г/см³;
- Е – сіңіру сыйымдылығы, мг-экв 100 г топырақта;
- 0,086 – кальцийді гипске ауыстыру коэффициенті.

Элементарлы күкірт пен күкірт қышқылының мөлшері 1т таза гипске эквивалентті мөлшерде сәйкесінше 0.19-ға және 0.57-ге көбейтілді.

$$G=0,086 \times [(2,33-1,45) + (0,57+2,06)-1,0] \times 40 \times 1,35=11,67 \text{ т/га}$$

$S=11.67 \times 0.19=2.22$ т/га, мұнда элементарлы күкірттің содалы сортаңданған топырақта тотығу дәрежесі 50%-ға ғана жететіндіктен оның мөлшері екі есе көбейтілді.

$$H_2SO_4 = 11.67 \times 0.57=6.652 \text{ т/га}$$

Күкірт қышқылы нұсқалары мен қайталымының әрбір мөлдегіне 9,9 кг күкірт қышқылын 981,9 л сумен араластырып, 1% ерітінді түрінде берілді.

Мелиоранттарды берер алдында барлық нұсқалар және қайталымдар топырақтарының 0-20, 20-40, 40-60см тереңдіктерінен топырақтың бастапқы жағдайын сипаттайтын үлгілер алынды. Тәжірибе алаңындағы ауырқұмбалшықты сортаңданған кебірге мелиоранттар берілген мөлдектер топырақтары шілде айының екінші онкүндігінде (15-ші шілде) күкірт қышқылы тікелей берілген және топырақ қойнауында түзілгендері (фосфогипс пен күкірт бергенде) топырақ карбонаттарымен әрекеттесу процестері нәтижесінде түзілген екінші реттік тұздар 4500м^3 суды үшке бөліп шайылды. Содалы сортаңданған топырақтарда күкірт қышқылымен қалған мелиоранттар (фосфогипс және күкірт) 9 ай инкубациядан кейін 0-20, 20-40 және 40-60см тереңдіктерден топырақ үлгілері алынды. Осы уақыт аралықтарында топырақтардағы микроорганизмдердің қатысуымен жүретін биохимиялық үрдістер қалыпты жүруіне қажетті ылғалмен қамтамасыз етіліп отырды. Зертханада әрбір нұсқадан алынған топырақ үлгілерінің ерітінді құрамындағы иондардың (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) және жалпы тұздардың мөлшерін К.К.Гедройц әдісімен, ал сіңірілген негіздер құрамындағы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ иондарын Грабарова түрлендірген Аринушкина, Каратаева мен Маметова әдістерімен анықталып, олардың алмасу сыйымдылығы табылды [20].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Гидроморфты топырақтардың қалыптасуына шешуші әсер ететін факторлардың бірі жер асты ыза сулары екендігі белгілі, тіпті оны Б.Б.Полынов дербес генетикалық топырақ қабатына жатқызуды ұсынған [21]. Топырақтың сұйық фазасы, басқаша айтқанда ерітіндісі, топырақтың ең тұрақсыз бөлігі болып табылады және тек жыл мезгілдері ғана емес, тіпті тәулік ішінде де өзгереді. Оның мұндай ерекшелігі топырақ кескінінде жүретін топырақ үдерістерінің бағыты мен сипатын анықтайды. Қалыпты жағдайда топырақ ерітіндісінің жоғары осмостық қысымы басым рөл атқарады. Оған жеңіл еритін тұздардың жоғары мөлшері себеп болады, олар өсімдіктердің ылғалды сіңіруін нашарлатады. Сондықтан да өсімдіктер тұзданбаған топырақтарға қарағанда сортаңданған топырақтарда ылғал жетіспеушілігі ерте байқалады. Содалы сортаңданған топырақтар ерітіндісінің жоғары сілтілігі жас тамырларға теріс әсер етіп, әсіресе, нәзік мұртшаларын зақымдайды. Оларды бағалау және басқару тұзданған топырақтардың құнарлылығын қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Онымен қоса топырақтың сіңіру кешенінде сіңірілген натрийдің, кейде магнийдің үлестері басқа катиондарға қарағанда әлдеқайда жоғары болса, топырақтың түйіртпектілігі (әсіресе кебірленген және оның үстіндегі жыртумен араласқан гумус қабатында) жаңғақты, призмалы немесе донды-бағаналы болып, оның физика-механикалық (сумен түйіскенде ісінеді, а.ш құралдарына жабысады, кепкенде жиырылады, өсімдіктердің тамырын қысып зақымдайды) және су-физикалық (су өткізгіштігі төмен) қасиеттері күрт нашарлайды [22].

Сәл тұзданған шалғынды қара-қоңыр топырақтарында ұзақ жылдар бойы суғармалы жағдайда ауыл шаруашылық дақылдарын өсіру, топырақтың беткі қабаттарын қалыпты карбонаттардан арылдыра алмауы, топырақтың жоғарғы сілтілігі мен орташа кебірлілігіне әсерін тигізе алмаған. Сортаңданған және кебірленген шалғынды қара-қоңыр топыраққа 1% ерітінді түрінде 2.1 және 4.2т/га (1.84 г/см^3 шаққанда) күкірт қышқылын көктемгі егістік жырту алдында енгізу, топырақтың жоғарғы сілтілігін жойып, оның тұздану химизмін содалық типтен сульфаттыға ауыстырған; түзілген бейтарапты екіншілік тұздар топырақтағы жалпы тұздар мөлшерін 4-5 есеге арттырады; бірақ олар топырақтың тұздану дәрежесіне әсер ете алмаған, оны сынақтағы арпаның бақылау және қышқыл берген варианттарындағы арпа өнімділігінің бірдейлігі (14ц/га) растайды [23].

Біздің тәжірибе алаңының топырақтары дақ түрінде қалыптасқан ауырқұмбалшықты содалы сортаңданған кебірлер, оның бойында өсімдіктердің өсіп-дамуына теріс әсерін тигізетін жоғарыда аталған факторлардың барлығы орын алған десе де болады.

Топырақтың су сүзіндісін талдау мәліметтерінен, тәжірибе алаңында фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылын берер алдында мөлдектердегі топырақтардың бастапқы иондық құрамының аздаған бірқалыпсыздығын байқауға болады (кесте 1). Бұл жағдайды топырақты жыртуда оның үстіңгі гумус қабатымен астыңғы кебірленген қабатымен араласқандығымен түсіндіруге болады. Барлық нұсқалар топырақтарының үстіңгі қабаттары (0-20см) сәл дәрежеде тұзданған (тұздар мөлшері 0,142-0,578%). Алайда тұздану химизмі бойынша олар таза содалы және сульфатты-содалы. Топырақтарының ерітіндісінің иондар құрамында HCO_3^- пен CO_3^{2-} мөлшері олардың өсімдіктерге зиянды мөлшерінен (100г топырақта сәйкесінше 0,8 және 0,03 мг-экв) жоғырылап, фосфогипс нұсқасында 100г топырақта 3,80 және 0,88, күкірт нұсқасында 1,48 және 0,32 және күкірт қышқылы нұсқасында 1,36 және 0,16 мг-экв құраған.

Кесте 1 - Содалы сортаңданған кебірге фосфогипс, элементарлы күкіртті және күкірт қышқылын енгізу алдындағы су сүзіндісінің бастапқы иондық құрамы мен тұздар жиынтығы, %

| Нұсқа | Үлгі тереңдігі, см | Сілтілік | | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ + K ⁺ | Тұздар жиынтығы, % | pH |
|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|------|
| | | Жалпы HCO ₃ ⁻ | Қалыпты карбонаттардан CO ₃ ²⁻ | | | | | | | |
| Фосфогипс | 0-20 | 0,232 | 0,026 | 0,004 | 0,171 | 0,005 | 0,003 | 0,164 | 0,578 | 9,15 |
| | | 3,80 | 0,88 | 0,11 | 3,56 | 0,24 | 0,24 | 6,99 | | |
| | 20-40 | 0,168 | 0,031 | 0,004 | 0,171 | 0,002 | 0,001 | 0,146 | 0,492 | 9,03 |
| | | 2,76 | 1,04 | 0,11 | 3,56 | 0,10 | 0,10 | 6,24 | | |
| | 40-60 | 0,151 | 0,036 | 0,005 | 0,290 | 0,002 | 0,002 | 0,195 | 0,645 | 9,03 |
| | | 2,48 | 1,20 | 0,15 | 6,03 | 0,10 | 0,19 | 8,37 | | |
| Элементарлы күкірт | 0-20 | 0,090 | 0,010 | 0,004 | 0,008 | 0,002 | 0,002 | 0,036 | 0,142 | 8,98 |
| | | 1,48 | 0,32 | 0,11 | 0,16 | 0,10 | 0,19 | 1,47 | | |
| | 20-40 | 0,083 | 0,010 | 0,004 | 0,027 | 0,002 | 0,005 | 0,037 | 0,157 | 8,90 |
| | | 1,36 | 0,32 | 0,11 | 0,55 | 0,10 | 0,38 | 1,54 | | |
| | 40-60 | 0,105 | 0,017 | 0,004 | 0,106 | 0,004 | 0,006 | 0,080 | 0,304 | 8,92 |
| | | 1,72 | 0,56 | 0,11 | 2,20 | 0,19 | 0,48 | 3,34 | | |
| Күкірт қышқылы, 1% | 0-20 | 0,083 | 0,005 | 0,004 | 0,017 | 0,002 | 0,005 | 0,033 | 0,143 | 9,22 |
| | | 1,36 | 0,16 | 0,11 | 0,35 | 0,10 | 0,38 | 1,35 | | |
| | 20-40 | 0,110 | 0,017 | 0,003 | 0,191 | 0,002 | 0,003 | 0,128 | 0,437 | 9,24 |
| | | 1,80 | 0,56 | 0,07 | 3,98 | 0,10 | 0,29 | 5,47 | | |
| | 40-60 | 0,139 | 0,031 | 0,004 | 0,196 | 0,002 | 0,002 | 0,144 | 0,487 | 9,28 |
| | | 2,28 | 1,04 | 0,11 | 4,08 | 0,10 | 0,19 | 6,18 | | |

Ал топырақтың төменгі қабаттарында (20-40 және 40-60см) HCO_3^- пен CO_3^{2-} иондарының мөлшерлері олардың зиянды шегінен жоғары (100 г топырақта 0,8 және 0,03 мг-экв) мөлшерде сақталып, жоғарыда аталған тәжірибе нұсқаларында сәйкесінше 2,76-2,48 және 1,04-1,20 мг-экв, 1,36-1,72 және 0,32-0,56 мг-экв, 1,80-2,28 және 0,56-1,04 мг-экв-ке тең болған. Қарастырылған қалыңдықта (20-60см) өсімдіктерге зиянды мөлшерде болған содаға қарағанда SO_4^{2-} ионының мөлшері жоғары болған. Сөйтіп олар топырақтың негізінен содалы-сульфатты тұздану химизмін қалыптастырған. Сульфат ионының өте жоғары мөлшері ($\geq 1,7$ мг-экв) күкірт пен күкірт қышқылы берілетін топырақтардың төменгі қабаттарында (сәйкесінше 2,20 және 3,98-4,08 мг-экв) және фосфогипс берілетін топырақтың барлық өне бойында (3,56-6,03 мг-экв) байқалады. Хлор ионының мөлшері топырақ ерітіндісінде өте төмен және оның өсімдікке

зиянды мөлшерінен (0,3 мг-экв 100г топырақта) аспайды. Катиондар құрамында натрий ионының концентрациясы басқа иондарға қарағанда әлдеқайда жоғары болған және фосфогипс берілетін нұсқада 6,08-8,21 мг-экв, күкірт берілетін нұсқада 1,32-3,24 мг-экв және күкірт қышқылы берілетін нұсқада 1,21-6,08 мг-экв құрайды. Кесте мәліметтерінен оның негізінен төменгі қабаттарда (20-40 және 40-60см) шоғырланғандығын көруге болады. Алайда фосфогипс берілетін нұсқаның топырақтарында натрий ионының зиянды мөлшері ($\geq 2,0$ мг-экв) беткі қабаттан бастап байқалады. Сөйтіп, фосфогипспен, күкіртпен және күкірт қышқылымен өңдеу алдында топырақтың бастапқы жағдайы өсімдіктердің қалыпты өсіп-дамуына (галофиттерді есепке алмағанда) мүмкіндік бермейді. Топырақ ерітіндісі құрамындағы өсімдіктерге зиян келтіретін NaHCO_3 , Na_2CO_3 қосылыстары топырақтың өте күшті сілтілі ортасын қалыптастырған ($\text{pH} \geq 9,0$). Онымен қоса топырақ қалыңдығы бойымен Na_2SO_4 зиянды мөлшерде кездеседі.

Тәжірибе нұсқаларындағы содалы сортаңданған кебірлерді берілген мелиоранттармен қышқылдаудың мелиоративтік тиімділіктерінің қандай бағытта және қандай жылдамдықта екендігін анықтау үшін 2023 жылдың көктемінде 9 ай инкубациядан кейін топырақ үлгілері алынып, олардың су сүзіндісінің иондық құрамы анықталды (кесте 2).

Кесте 2 - Содалы сортаңданған кебірдің тұз құбылымына фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылының 9 ай инкубациядан кейін салыстырмалы мелиоративтік әсері,

| Нұсқалар | Үлгі тереңдігі, см | Сілтілік | | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ + K ⁺ | Тұздар жиынтығы, % | pH |
|--------------------|--------------------|-------------------------------------|---|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|------|
| | | Жалпы HCO ₃ ⁻ | Қалыпты карбонат тардан CO ₃ ²⁻ | | | | | | | |
| Фосфогипс | 0-20 | 0,05 | 0,003 | 0,002 | 0,189 | 0,034 | 0,007 | 0,06 | 0,343 | 7,9 |
| | | 0,82 | 0,10 | 0,05 | 3,94 | 1,71 | 0,61 | 2,49 | | |
| | 20-40 | 0,115 | 0,012 | 0,001 | 0,185 | 0,003 | 0,004 | 0,124 | 0,431 | 9,6 |
| | | 1,89 | 0,40 | 0,03 | 3,84 | 0,12 | 0,33 | 5,30 | | |
| | 40-60 | 0,143 | 0,021 | 0,002 | 0,173 | 0,003 | 0,004 | 0,128 | 0,453 | 10,1 |
| | | 2,35 | 0,68 | 0,04 | 3,60 | 0,12 | 0,38 | 5,49 | | |
| Элементарлы күкірт | 0-20 | 0,042 | 0,001 | 0,002 | 0,196 | 0,020 | 0,006 | 0,079 | 0,348 | 7,7 |
| | | 0,69 | 0,06 | 0,07 | 4,09 | 1,03 | 0,52 | 3,31 | | |
| | 20-40 | 0,105 | 0,008 | 0,001 | 0,190 | 0,003 | 0,004 | 0,122 | 0,427 | 9,6 |
| | | 1,72 | 0,28 | 0,05 | 3,97 | 0,14 | 0,35 | 5,24 | | |
| | 40-60 | 0,126 | 0,014 | 0,001 | 0,189 | 0,002 | 0,003 | 0,132 | 0,454 | 10,0 |
| | | 2,07 | 0,48 | 0,02 | 3,95 | 0,09 | 0,26 | 5,68 | | |
| Күкірт қышқылы, 1% | 0-20 | 0,078 | 0,002 | 0,001 | 0,043 | 0,003 | 0,004 | 0,041 | 0,172 | 7,4 |
| | | 1,29 | 0,08 | 0,03 | 0,10 | 0,18 | 0,32 | 1,73 | | |
| | 20-40 | 0,124 | 0,007 | 0,001 | 0,122 | 0,002 | 0,002 | 0,099 | 0,353 | 9,8 |
| | | 2,03 | 0,26 | 0,03 | 2,56 | 0,12 | 0,26 | 4,24 | | |
| | 40-60 | 0,142 | 0,014 | 0,001 | 0,144 | 0,002 | 0,001 | 0,119 | 0,412 | 9,8 |
| | | 2,34 | 0,48 | 0,03 | 3,01 | 0,09 | 0,14 | 5,15 | | |

Кесте деректеріне қарайтын болсақ, ауырқұмбалшықты содалы сортаңданған кебірдің тұз құбылымына фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылының 9 ай инкубациясынан және екінші реттік тұздарды шайғаннан кейін салыстырмалы мелиоративтік әсері оң болған. Мысалы, топырақ ерітіндісіндегі HCO₃⁻ ионының концентрациясы фосфогипс берілген нұсқада 9 айдан кейін 0-20, 20-40 және 40-60см тереңдіктерде сәйкесінше 3,80-нен 0,82-ге, 2,76-дан 1,89-ға, 2,48-ден 2,35 мг-экв-ке дейін азайған, ал күкірт пен күкірт қышқылы берілген нұсқаларда бикарбонат ионының төмендеуі тек жоғарғы 0-20см қабатта ғана байқалған (1,48-ден 0,69-ға, 1,36-дан 1,29мг-экв-ке). Осыдан топырақ ерітіндісіндегі HCO₃⁻ ионының өсімдіктерге зиянсыз концентрациясы ($\leq 0,8$ мг-экв)

негізінен жоғарғы (0-20см) қабатта қалыптасқан. Атап кететін жағдай, гидрокарбонат ионының мөлшері тереңдеген сайын артқан.

Фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылы (1%) берілген нұсқаларда қалыпты карбонат ионының мөлшерінде де өзгеріс болған. Бикарбонат ионына қарағанда карбонат ионының концентрациясы барлық нұсқалардың барлық тереңдіктерінде төмендеген. Мысалы фосфогипс берілген нұсқада қалыпты карбонаттың мөлшері топырақтың бастапқы мелиорант берілмей тұрған құрамына қарағанда сәйкесінше 0,88-ден 0,10-ға, 1,04-тен 0,40-ға, 1,20-дан 0,68 мг-экв-ке, күкірт берілген нұсқада 0,32-ден 0,06-ға, 0,32-ден 0,28-ге, 0,56-дан 0,48 мг-экв-ке және күкірт қышқылы берілген нұсқада 0,16-дан 0,08-ге, 0,56-дан 0,26-ға, 1,04-тен 0,48 мг-экв-ке азайған. Алайда мұндай жалпы төмендеу заңдылықтары байқалса да, аталған ионның мөлшері әлі де өсімдіктерге зиянды мөлшерде ($\geq 0,03$ мг-экв) қалған. Соңғы жағдайды топырақ ортасының күшті сілтілі ортасы растайды (рН ~ 9,0-10,0). Дегенменде оған қарамастан берілген мелиоранттармен қышқылдау топырақтың жоғарғы қабатының (0-20см) бейтараптануына әкелген (рН 7,4-7,9).

Тәжірибені қояр алдында алынған топырақ үлгілерінде сульфат ионының концентрациясы фосфогипс нұсқасының 0-20 және 20-40 қабаттарында сәйкесінше 3,56-дан 3,94-ке, 3,56-дан 3,84 мг-экв-ке болар-болмас көбейсе, оның 40-60см қабатында керісінше 6,03-тен 3,60 мг-экв-ке білінерліктей азайған. Бастапқыда топырақта ұнтақты элементарлы күкірт берер алдында сульфат ионының концентрациясы, әсіресе оның жоғарғы қабаттарында (0-40см) небәрі 0.16, 0.55 және 2.20 мг-экв болса, оны 9 ай инкубациядан кейін ионның мөлшері сәйкесінше 4.09, 3.97 және 3.95 мг-экв-ке артқан. Бұл жағдайда инертті элементарлы күкірттің (S) осы уақыт аралықтарында топырақтардағы негізінен күкірттотықтырғыш микроорганизмдердің әрекетімен оның диоксид және триоксидке дейін тотыққандығымен, биохимиялық үрдістер нәтижесінде сульфат ионының жаңа порцияларының түзіліп жатқандығымен болжамды түсіндіруге болады. 1% ерітінді түрінде берілген күкірт қышқылы және жоңышқа өсімдігінің онтогенезі сульфат ионының концентрациясын әрбір тереңдікте 0,35-тен 0,10-ға, 3,98-ден 2,56-ға және 4,08-ден 3,01 мг-экв-ке азайтқан.

Сөйтіп мелиоранттарды содалы сортаңданған ауырқұмбалшықты кебірде 9 ай инкубациядан кейін зиянды иондардың мөлшері фосфогипске қарағанда күкір пен күкірт қышқылы өсімдіктерге біршама қолайлы жағдай жасаған. Сонымен қатар зерттелінген топырақтың тұздану химизмі содалы-сульфаттыдан сульфатты-содалыға ауысқан.

Фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылы мелиоранттарын енгізу алдында тәжірибе алаңындағы содалы сортаңданған топырақтың сіңірілген негіздердің бастапқы құрамы оның өте күшті кебірленгендігін (СН - кебір) көрсетеді (кесте 3).

Кесте 3 - Содалы сортаңданған кебірге фосфогипс, элементарлы күкіртті және күкірт қышқылын енгізу алдындағы сіңірілген негіздердің бастапқы құрамы мен олардың сіңіру сыйымдылығы

| Нұсқалар | Үлгі тереңдігі, см | Сіңірілген негіздер, $\frac{\text{мг-экв}}{\%}$ | | | | Катион алмасу сыйымдылығы, 100г топырақта мг-экв | Кебірлену дәрежесі |
|--------------------|--------------------|---|------------------|-----------------|----------------|--|--------------------|
| | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | | |
| Фосфогипс | 0-20 | 3,96 | 10,40 | 1,76 | 0,21 | 16,33 | СН |
| | | 24,24 | 63,69 | 10,78 | 1,28 | | |
| | 20-40 | 3,47 | 7,43 | 4,24 | 0,51 | 15,65 | СН |
| | | 22,17 | 47,48 | 27,09 | 3,25 | | |
| | 40-60 | 1,98 | 8,42 | 1,21 | 0,47 | 12,08 | СН |
| | | 16,40 | 69,70 | 10,02 | 3,90 | | |
| Элементарлы күкірт | 0-20 | 4,95 | 6,93 | 1,83 | 0,21 | 13,92 | СН |
| | | 35,56 | 49,78 | 13,15 | 1,50 | | |
| | 20-40 | 3,96 | 7,43 | 2,00 | 0,00 | 13,39 | СН |
| | | 29,57 | 55,49 | 14,94 | - | | |

| | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------------------------------|
| | 40-60 | 4,46 | 5,94 | 1,87 | 0,16 | 12,43 | СН |
| | | 35,88 | 47,79 | 15,04 | 1,28 | | |
| Күкірт қышқылы, 1% | 0-20 | 6,44 | 8,91 | 2,28 | 0,32 | 17,95 | СН |
| | | 35,87 | 49,64 | 12,70 | 1,78 | | |
| | 20-40 | 3,96 | 7,92 | 1,14 | 0,35 | 13,37 | СН |
| | | 29,61 | 59,24 | 8,53 | 2,61 | | |
| | 40-60 | 6,93 | 3,46 | 1,62 | 0,25 | 12,26 | Сс ₁ Лг ^{СН2} |
| | | 56,52 | 28,22 | 13,21 | 2,03 | | |

Катиондар құрамында сіңірілген натрийдің, әсіресе магнийдің үлесі өте жоғары. Кебірлену дәрежесі фосфогипс берілетін содалы сортаңданған топырақта сіңірілген натрий бойынша 0-20 және 40-60см қабаттарда орташа кебірленген (10,02-10,78% сіңіру сыйымдылығынан), ал ортадаға 20-40см қабатта нағыз кебір (27,09% сіңіру сыйымдылығы). Элементарлы күкірт пен күкірт қышқылы берілетін нұсқалардың топырақтарында сіңірілген натрийдың үлесі (0-60см қалыңдықта сәйкесінше 13,15-15,04% және 8,53-13,21% сіңіру сыйымдылығынан) олардың орташа кебірленгендігін көрсетті. Алайда катиондар құрамында сіңірілген натрийға қарағанда сіңірілген магнийдің мөлшері әлдеқайда жоғары. Оның үлесі сіңіру сыйымдылығынан барлық нұсқалар топырақтарында 47,79-69,70% аралығында ауытқыған. Бұл зерттелінген топырақтың сіңірілген натриймен орташа, ал сіңірілген магниймен (зиянды шекті үлесі сіңіру сыйымдылығынан $\geq 30\%$) өте күшті кебірленгендігін айқындайды. Анықталған катиондардың алмасу сыйымдылығы орташа (КАС 100г топырақта 11,58-20,88 мг-экв).

Содалы сортаңданған топырақтың сіңірілген негіздер құрамына фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылы 9 ай инкубациядан кейін әсері негізінен жоғарғы қабатта (0-20см) айқын байқалады (кесте 4).

Кесте 4 - Содалы сортаңданған кебірдің сіңірілген негіздер құрамы мен олардың сыйымдылығына фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылының 9 ай инкубациясының салыстырмалы әсері

| Нұсқалар | Үлгі тереңдігі, см | Сіңірілген негіздер, $\frac{\text{мг-экв}}{\%}$ | | | | Катион алмасу сыйымдылығы, 100г топырақта мг-экв | Кебірлену дәрежесі | |
|--------------------|--------------------|---|------------------|-----------------|----------------|--|--------------------|--------------------|
| | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | | | |
| Фосфогипс | 0-20 | 15,1 | 4,82 | 0,77 | 0,19 | 20,88 | Сс ₁ Лг | |
| | | 72,32 | 23,08 | 3,69 | 0,91 | | | |
| | 20-40 | 4,45 | 7,30 | 2,28 | 0,26 | 14,29 | СН | |
| | | 31,14 | 51,08 | 15,96 | 1,82 | | | |
| | 40-60 | 2,11 | 7,30 | 1,87 | 0,30 | 11,58 | СН | |
| | | 18,22 | 63,04 | 16,15 | 2,59 | | | |
| Элементарлы күкірт | 0-20 | 10,15 | 7,55 | 0,95 | 0,20 | 18,85 | Сс ₁ Лг | |
| | | 53,85 | 40,05 | 5,04 | 1,06 | | | |
| | 20-40 | 5,32 | 7,18 | 2,15 | 0,37 | 15,02 | СН | |
| | | 35,42 | 47,80 | 14,31 | 2,46 | | | |
| | 40-60 | 3,09 | 6,43 | 2,21 | 0,24 | 11,97 | СН | |
| | | 25,81 | 53,72 | 18,46 | 2,01 | | | |
| | Күкірт қышқылы, 1% | 0-20 | 6,43 | 7,42 | 0,71 | 0,18 | 14,74 | Сс ₁ Лг |
| | | | 43,62 | 50,34 | 4,82 | 1,22 | | |
| 20-40 | | 3,96 | 7,55 | 1,53 | 0,27 | 13,31 | СН | |
| | | 29,75 | 56,72 | 11,50 | 2,03 | | | |
| 40-60 | | 1,73 | 7,92 | 1,44 | 0,21 | 11,30 | СН | |
| | | 15,31 | 70,09 | 12,74 | 1,86 | | | |

Осы қабатта 9 айдан кейін сіңірілген натрийдің үлесі фосфогипс берілген топырақта 10,78%-дан 3,69%-ға дейін, элементарлы күкірт берілген топырақта 13,15%-дан 5,04%-ға дейін және күкірт қышқылы берілген топырақта 12,70%-дан 4,82%-ға дейін төмендеп, кебірленбеген ($\leq 5\%$ сіңіру сыйымдылығынан) дәрежеге жеткен. Осындай жағдай, яғни сіңірілген магний үлесінің уақыт өте төмендеуі (63,69% – дан 23,08%-ға және 49,78%-дан 40,05%-ға) 0-20см қабатта тек фосфогипс және элементарлы күкірт берілген нұсқаларда байқалады. Бірақта оның жоғары мөлшері (сіңіру сыйымдылығынан $\geq 30\%$) төменгі қабаттарда әлі де сақталған. Сөйтіп содалы сортаңданған ауырқұмбалшықты кебірде мелиоранттарды 9 ай инкубациялау топырақтың жоғарғы қабаттарын кебірсіздендіріп өсімдіктерге біршама қолайлы жағдай жасаған.

Қорытынды

Далалық зерттеулермен Іле Алатауы тау етегі жазықтығының ашық сұр топырақтар белдеуінде дақ түрінде қалыптасқан содалы сортаңданған кебірдің тұз құбылымына эквивалентті мөлшерде берілген фосфогипс, элементарлы күкірт және күкірт қышқылының 9 ай инкубациясынан кейін олардың салыстырмалы мелиоративтік әсерлері анықталды. Зерттеу нәтижелері фосфогипс берілген нұсқада 0-20, 20-40 және 40-60см тереңдіктерде топырақ ерітіндісіндегі HCO_3^- ионының концентрациясы сәйкесінше 3,80-нен 0,82-ге, 2,76-дан 1,89-ға, 2,48-ден 2,35 мг-экв-ке дейін азайғандығын көрсетті. Ал күкірт пен күкірт қышқылы берілген нұсқаларда бикарбонат ионының төмендеуі тек жоғарғы 0-20см қабатта ғана байқалған (1,48-ден 0,69-ға, 1,36-дан 1,29мг-экв-ке). Осыдан топырақ ерітіндісіндегі HCO_3^- ионының өсімдіктерге зиянсыз концентрациясы ($\leq 0,8$ мг-экв) негізінен жоғарғы (0-20см) қабатта қалыптасқан. Топырақтағы қалыпты карбонаттың (соданың) мөлшері фосфогипс берілген нұсқада 0,88-ден 0,10-ға, 1,04-тен 0,40-ға, 1,20-дан 0,68 мг-экв-ке, күкірт берілген нұсқада 0,32-ден 0,06-ға, 0,32-ден 0,28-ге, 0,56-дан 0,48 мг-экв-ке және күкірт қышқылы берілген нұсқада 0,16-дан 0,08-ге, 0,56-дан 0,26-ға, 1,04-тен 0,48 мг-экв-ке азайған. Мұндай жалпы төмендеу заңдылықтары байқалса да, аталған ионның мөлшері әлі де өсімдіктерге зиянды мөлшерде ($\geq 0,03$ мг-экв) қалған. Оған қарамастан берілген мелиоранттармен қышқылдау топырақтың жоғарғы қабатының (0-20см) өте күшті сілтілі ортасының ($\text{pH} \sim 9,0-10,0$) бейтараптануына әкелген ($\text{pH} 7,4-7,9$). Фосфогипс берер алдында сульфат ионының концентрациясы 0-20 және 20-40 қабаттарында сәйкесінше 3,56-дан 3,94-ке, 3,56-дан 3,84 мг-экв-ке болар-болмас көбейсе, оның 40-60см қабатында керісінше 6,03-тен 3,60 мг-экв-ке білінерліктей азайған. Инертті ұнтақты элементарлы күкірттің (S) топырақта 9 ай инкубациясынан кейін негізінен күкірттотықтырғыш микроорганизмдердің әрекетімен оның диоксид және триоксидке дейін тотыққандығымен, биохимиялық үрдістер нәтижесінде сульфат ионының жаңа порцияларының түзген. 1% ерітінді түрінде берілген күкірт қышқылы және жоңышқа өсімдігінің онтогенезі сульфат ионының концентрациясын әрбір тереңдікте 0,35-тен 0,10-ға, 3,98-ден 2,56-ға және 4,08-ден 3,01 мг-экв-ке азайтқан.

Содалы сортаңданған топырақта мелиоранттарды 9 ай инкубациядан кейін сіңірілген натрийдің үлесі фосфогипс берілген топырақтың 0-20см қабатында 10,78%-дан 3,69%-ға дейін, элементарлы күкірт берілген топырақта 13,15%-дан 5,04%-ға дейін және күкірт қышқылы берілген топырақта 12,70%-дан 4,82%-ға дейін төмендеп, кебірленбеген ($\leq 5\%$ сіңіру сыйымдылығынан) дәрежеге жеткен. Сөйтіп топырақтың жоғарғы қабаттарын кебірсізденіп өсімдіктерге біршама қолайлы жағдай туған.

Алғыс білдіру. Бұл жұмысты қаржыландырған Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігіне алғысымызды білдіреміз (Грант № AP13068643).

Әдебиеттер тізімі

1. Глазовский Н.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. М., Наука. 1987. 43с
2. Кондорская Н.И. Географическое распространение почв содового засоления в СССР. Почвоведение. №9. 1965. С.10-15.

3. Боровский В.М. 1982. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. Алматы: Наука КазССР. 253 с.
4. Issanova, G., et al. (2017). "Saline soils and identification of salt accumulation provinces in Kazakhstan." *Arid ecosystems* 7: 243-250.
5. Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. -М.: Наука, 1978. – 172 с.
6. Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59, 651-681.
7. Пивень Е.Н. Изменение стока рек Или-Балхашского региона. В кн. Международный экологический форум Балхаш 2000. Алматы, 2000. С.36-37.
8. Кубенкулов К.К., Наушабаев А.Х., Хоханбаева Н.А., Сейткали Н. Жартылай гидроморфты содалы сортаң-кебірдің су сузіндісі құрамына фосфогипс, элементарлы күкірт және күкіртқышқылының салыстырмалы әсері//Известия НАН РК. Серия аграрных наук, №1 (43). Алматы, 2018. –С 110– 115.
9. Тазабеков Т.Т. Повышение плодородия горных и предгорных почв. - Алма-Ата, 1983. - 176 с.
10. В.В.Егоров., Н.Г.Минашина. Почвы аридной зоны как объект орошения. Изд-во Наука. Москва. 1968. С. 32-37
11. Беликова С. В. Влияние глубокой вспашки и фосфогипса на солевой состав луговых солонцов //Основные пути повышения плодородия почв Ставрополья. Ставрополь. – 1982. – С. 91-96.
12. Антонова М. М., Волынкина К. А. Агроэкологическая оценка засоленных почв на примере солонцов Астраханской области //Природные ресурсы Центрального региона России и их рациональное использование. – 2017. – С. 155-160.
13. Барыгина К. В., Исаков А. Е. Использование отходов промышленности для химической мелиорации почв //ббк 10 Научно-издательский центр «Открытие» otkritieinfo.ru. – 2017. – С. 18.
14. Егоров В.В. Содовое засоление в Южном Циньцзяне // Почвоведение, 1961. №5.
15. Томпсон Л.Н, Троц Ф.Р. почвы и их плодородие, М, колос.1985г. С.293-297
16. Chhabra R. (1994) *Soil Salinity and Water Quality*. Oxford and IBN Publ., Co., New Delhi.
17. Алиева Ш. Г. Об изменении солонцовых свойств содвозасоленных почв Карабахской равнины // Тезисы докл. юбил. науч.-произв. конф. по вопр. мелиор. и орош. сельхозкультур, посвящ. пятилетию со дня организ. Муганской опытно-мелиор. станции и двадцатилетию организации АЗНИИГиМ. - Баку, 1965. - С. 24 - 26.
18. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: изд. МГУ, 1970. - С. 387-421.
19. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по мелиоративному почвоведению. - М., 1981. - 38 с.
20. Сборник методических указаний по лабораторным исследованиям почв и растительности Республики Казахстан (издание третье, дополненное и переработанное. Алматы. 1998. С. 188-200.
21. Полюнов Б.Б. Избранные труды, М., АНСССР, 1956, С.15-102.
22. Тазабеков Т.Т., Рубинштейн М.И., Половицкий И.Я., Михайличенко В.Н., Кубенкулов К.К. Солонцы и их мелиорация. Алма-Ата, 1983. -С. 41-47.
23. Наушабаев А.Х., Кубенкулов К.К., Ошақбаева Ж.О., Сейткали Н. Содалы сортаңданған кебірленген шалғынды қара-қоңыр топырағын қышқылдау. Ізденістер, нәтижелер, №4, 2020. Б.257-267.

References

1. Glazovskij N.F. *Sovremennoe solenakoplenie v aridnyh oblastyah*. М., Nauka. 1987. 43s
2. Kondorskaya N.I. *Geograficheskoe rasprostranenie pochv sodovogo zasoleniya v SSSR*. *Pochvovedenie*. №9. 1965. S.10-15.
3. Borovskij V.M. 1982. *Formirovanie zasolennyh pochv i galogeoхимические провинции Kazahstana*. Almaty: Nauka KazSSR. 253 s.

4. Issanova, G., et al. (2017). "Saline soils and identification of salt accumulation provinces in Kazakhstan." *Arid ecosystems* 7: 243-250.
5. Borovskij V.M. *Geohimiya zasolennyh pochv Kazahstana*. -M.: Nauka, 1978. – 172 с.
6. Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rew. Plant Biol.* 59, 651-681.
7. Piven' E.N. *Izmenenie stoka rek Ili-Balhashskogo regiona*. V kn. *Mezhdunarodnyj ekologicheskij forum Balhash 2000*. Almaty, 2000. S.36-37.
8. Kubenkulov K.K., Naushabaev A.H., Hohanbaeva N.A., Sejtkali N. Zhartylaj gidromorfty sodaly sortan-kebirdiң su syzindisi kыramyna fosfogips, elementarly kыkirt zhәне kыkirtkыshkыlynyң salystymaly әseri//*Izvestiya NAN RK. Seriya agrarnyh nauk*, №1 (43). Almaty, 2018. –S 110– 115.
9. Tazabekov T.T. *Povyshenie plodorodiya gornyh i predgornyh pochv*. - Alma-Ata, 1983. - 176 s.
10. V.V.Egorov., N.G.Minashina. *Pochvy aridnoj zony kak ob"ekt orosheniya*. Izd-vo Nauka. Moskva. 1968. С. 32-37
11. Belikova S. V. *Vliyanie glubokoj vspashki i fosfogipsa na solevoj sostav lugovyh soloncov //Osnovnye puti povysheniya plodorodiya pochv Stavropol'ya*. Stavropol'. – 1982. – S. 91-96.
12. Antonova M. M., Volynkina K. A. *Agroekologicheskaya ocenka zasolyonnyh pochv na primere soloncov Astrahanskoj oblasti //Prirodnye resursy Central'nogo regiona Rossii i ih racional'noe ispol'zovanie*. – 2017. – S. 155-160.
13. Barygina K. V., Isakov A. E. *Ispol'zovanie othodov promyshlennosti dlya himicheskoy melioracii pochv //bbk 10 Nauchno-izdatel'skij centr «Otkrytie» otkritieinfo. ru*. – 2017. – S. 18.
14. Egorov V.V. *Sodovoe zasolenie v YUzhnom Cin'cziyane // Pochvovedenie*, 1961. №5.
15. Tompson L.N, Troc F.R. *pochvy i ih plodorodie*, M, kolos.1985g. S.293-297
16. Chhabra R. (1994) *Soil Salinity and Water Quality*. Oxford and IBH Publ., Co., New Delhi.
17. Alieva SH. G. *Ob izmenenii soloncovyh svojstv sodovozasolennyh pochv Karabhskoj ravniny // Tezisy dokl. yubil. nauch.-proizv. konf. po vopr. melior. i orosh. sel'hozkul'tur, posvyashch. pyatiletiyu so dnya organiz. Muganskoj opytно-melior. stancii i dvadcatiletiyu organizacii AZNIIGiM*. - Baku, 1965. - S. 24 - 26.
18. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv*. - M.: izd. MGU, 1970. - S. 387-421.
19. *Metodicheskie ukazaniya k laboratorно-prakticheskim zanyatiyam po meliorativnomu pochvovedeniyu*. - M., 1981. - 38 s.
20. *Sbornik metodicheskikh ukazanj po laboratornym issledovaniyam pochv i rastitel'nosti Respubliki Kazahstan (izdanie tret'e, dopolnennoe i pererabotannoe*. Almaty. 1998. S. 188-200.
21. Polynov B.B. *Izbrannye trudy*, M., ANSSSR, 1956, S.15-102.
22. Tazabekov T.T., Rubinshtejn M.I., Polovickij I.YA., Mihajlichenko V.N., Kubenkulov K.K. *Soloncy i ih melioraciya*. Alma-Ata, 1983. -S. 41-47.
23. Naushabaev A.H., Kubenkulov K.K., Oshakbaeva Zh.O., Sejtkali N. *Kislovanie sodovozasolennyh soloncovyh lugovo-kashtanovyh pochv*. *Izdenister, natizheler*, №4, 2020. B.257-267.

Н. Сейткали^{1*}, А.Х. Наушабаев¹, Т.К. Василина¹, З. А.Зарип¹, Н. А. Икимбаев²

¹ *Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан. nurzikhan.seitkali@kaznaru.edu.kz, askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz, v_tursunai@mail.ru, zakir0802@mail.ru*

² *ТОО «Амиран», Алматинская область, Казахстан, ikymbaev.nurbek@mail.ru*

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ КИСЛОВАНИЯ НА ИОННЫЙ СОСТАВ СМЕШАННО СОДОВО-ЗАСОЛЕННЫХ СОЛОНЦОВ В ПРЕДГОРНОЙ РАВНИНЕ ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ

Аннотация

В статье приведены результаты полевых испытаний, проведенных с целью определения относительной мелиоративной эффективности кислотности эквивалентных доз фосфогипса, элементарной серы и серной кислоты в тяжелосуглинистых содово-засоленных солонцах,

образовавшихся в виде пятен в зоне светлых сероземов предгорной равнины Илейского Алатау. После девятимесячной инкубации вышеотмеченных мелиорантов и промывки водой новообразовавшихся вторичных солей, установлена снижение концентрации ионов HCO_3^- и CO_3^{2-} в ионном составе почвенного раствора. В результате чего сильнощелочная среда (pH~9,0-10,0) содово-засоленной почвы приближается к нейтральной (pH 7,4-7,9). Кроме того, после 9 месяцев инкубации химических мелиорантов в 0-20 см слое почвы доля поглощенного натрия достигла уровня несолонцеватости, что создает несколько благоприятные условия для нормального роста и развития растений.

Результаты исследований показывают, что концентрация ионов HCO_3^- в почвенном растворе на глубинах 0-20, 20-40 и 40-60 см в варианте с фосфогипсом составляет от 3,80 до 0,82, от 2,76 до 1,89, от 2,48. соответственно показало снижение до 2,35 мг-экв. А в вариантах с серой и серной кислотой уменьшение бикарбонат-иона наблюдалось только в верхнем слое 0-20 см (с 1,48 до 0,69, с 1,36 до 1,29 мг-экв). Следовательно, безопасная для растений концентрация иона HCO_3^- в почвенном растворе (<0,8 мг-экв) формируется в самом верхнем (0-20 см) слое.

Ключевые слова: содовое засоление, осолонцевание, серная кислота, фосфогипс и элементарная сера, кислотование.

N. Seitkali^{1}, A. K. Naushabaev¹, T. K. Vasilina¹, Z.A. Zarip¹, N.A. Ikimbaev²*

¹ *Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, nurzikhan.seitkali@kaznaru.edu.kz*, askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz, v_tursunai@mail.ru, zakir0802@mail.ru*

² *Amiran LLP, Talgar: Shymbulak village, Kazakhstan, ikymbaev.nurbek@mail.ru*

COMPARATIVE INFLUENCE OF ACIDIFICATION ON THE IONIC COMPOSITION OF MIXED SODA-SALT SOLONCHES IN THE FOOTHILL PLAIN OF ILEISKY ALATAU

Abstract

The article presents the results of field tests conducted to determine the relative ameliorative efficiency of acidification of equivalent doses of phosphogypsum, elemental sulfur and sulfuric acid in heavy loamy soda-saline solonchets, formed in the form of spots in the zone of light gray soils of the foothill plain of Ileisky Alatau. After a nine-month incubation of the above-mentioned ameliorants and washing with water of newly formed secondary salts, a decrease in the concentration of ions in the ionic composition of the soil solution was also established. As a result, the highly alkaline environment (pH ~ 9.0-10.0) of soda-saline soil approaches neutral (pH 7.4-7.9). In addition, after 9 months of incubation of chemical ameliorants in the 0-20 cm soil layer, the proportion of absorbed sodium reached the level of non-saline content, which creates somewhat favorable conditions for the normal growth and development of plants.

The research results show that the concentration of HCO_3^- ions in the soil solution at depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm in the variant with phosphogypsum ranges from 3.80 to 0.82, from 2.76 to 1.89, from 2.48. accordingly showed a decrease to 2.35 mEq. And in the variants with sulfur and sulfuric acid, a decrease in bicarbonate ion was observed only in the upper layer of 0-20 cm (from 1.48 to 0.69, from 1.36 to 1.29 mEq). Consequently, the concentration of HCO_3^- ion in the soil solution that is safe for plants (<0.8 mg-eq) is formed in the uppermost (0-20 cm) layer.

Key words: soda salinization, solonchization, sulfuric acid, phosphogypsum and elemental sulfur, acidification.